ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1922.

PRÉSIDENCE DE M. G. BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison du caractère férié attribué cette année au lundi 14 août, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 16.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Vernadsky**, Membre de l'Académie de Pétrograd, qui assiste à la séance.

ASTRONOMIE. — *Sur un nouvel instrument des passages récemment installé à l'Observatoire de Paris*. Note de M. **B. Baillaud**.

Le 17 mars 1916 j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie une demande approuvée par le Conseil de l'Observatoire tendant à obtenir en trois annuités une subvention de 45000^{fr} sur le fonds Loutreuil, pour des recherches tendant à améliorer la connaissance de l'Heure.

Dans le rapport à l'appui de cette demande j'écrivais : « Il nous faut d'abord améliorer nos instruments astronomiques. Le plus nécessaire est l'établissement d'un instrument des passages au méridien, de puissance, de rigidité et de stabilité suffisantes, pourvu au moins d'une double série d'accessoires permettant d'en déterminer les constantes, en ne laissant subsister aucune cause appréciable d'erreurs systématiques. »

A la suite de cette demande, l'Académie m'alloua une première indemnité de 15000^{fr} qui me fut remise en mars 1917.

Le 18 janvier 1919 je demandai une seconde subvention de 15000^{fr} que je réduisis, par une lettre du 31 mars, à 7500^{fr} qui me furent accordés. Le nouvel instrument des passages fut commandé à M. Édouard Bouty qui, sur ma demande et avec moi, y réfléchissait depuis plusieurs années et s'entoura des avis de MM. Boquet et Simonin, astronomes titulaires.

Cet instrument fut installé au début de 1922 dans le pavillon des Longitudes de l'Observatoire, dont les piliers furent remaniés comme il convenait pour le recevoir. Son étude fut confiée à M. Simonin, chef du service des Longitudes, qui devait la poursuivre avec M. Lambert, astronome-adjoint. Un concours imprévu de circonstances me conduisit à adjoindre à ces deux astronomes, Mme Chandon, aide-astronome qui demeura chargée des observations et fut associée au chef de service dans la discussion. C'est à peu près à elle que sont dus tous les résultats numériques, rassemblés à la fin de la présente Note. Je tiens d'abord à la remercier et à remercier MM. Simonin et Lambert pour le zèle et l'intelligence qu'ils ont apportés dans l'étude de l'instrument et dans sa comparaison à nos instruments antérieurs. Je dois adresser mes meilleures félicitations à M. Édouard Bouty pour l'acharnement qu'il a apporté à l'étude et à la construction de l'instrument, et notre bien sincère reconnaissance pour le désintéressement dont, au milieu de très grandes difficultés, il a fait preuve pendant plus de six ans.

Les 22500^{fr} que m'a remis l'Académie ont été employés à payer : 1° trois objectifs de 0^{m},108 d'ouverture construits par M. Viennet, astronome-adjoint à l'Observatoire, et destinés l'un à l'instrument lui-même, les autres à deux collimateurs; 2° de patientes recherches bibliographiques, relatives à la détermination de l'Heure faites par M. Jekhowski, un de nos stagiaires russes d'avant la guerre; 3° une partie des dépenses faites par M. Bouty. Un prélèvement de même importance sur les fonds de l'ancien Bureau International de l'Heure, a été récemment remis à ce constructeur.

Voici une description rapide de l'instrument de passage d'Édouard Bouty.

L'objectif a 0^{m},102 d'ouverture libre; la distance focale est de 1^{m},228; le grossissement est de 60; cet objectif dû à M. Viennet est excellent.

Le micromètre comporte deux chariots actionnés par deux vis identiques filetées sur la même tige, l'une à pas à droite, l'autre à pas à gauche, de telle sorte que les deux chariots se déplacent en sens inverses et que les fils mobiles qu'ils portent se croisent sur l'axe de l'instrument. On se sert alternativement d'un chariot et de l'autre dans les deux positions de l'instrument, de telle façon que les observations se font toujours en vissant. L'image

d'une étoile pointée par le fil du chariot A se retrouve après le retournement sous le fil du chariot B.

Tours de vis. — Pour déterminer les valeurs des tours des deux vis micrométriques, on a fait des observations sur des étoiles de déclinaisons diverses. On a trouvé comme moyenne pour chaque vis 5^s, 592. Cette étude des pas de vis sera poursuivie.

Méthode d'observation. — Les observations sont faites avec retournement sur chaque étoile et changement de chariot; de cette façon le temps perdu des vis est supprimé.

Quelques observations spéciales faites sans retournement, avec changement de chariot, ont permis de mesurer le temps perdu des vis micrométriques, qui est égal à $0^s,10$ séc δ.

L'appareil de retournement est tout à fait commode et rapide malgré le poids de l'instrument.

Collimation. — Les collimations des deux fils qui servent aux observations sont déterminées au cours de chaque soirée par retournement sur la mire. Des collimateurs nord et sud seront installés dans la salle même dès que les ressources le permettront.

Inclinaison. — L'inclinaison de l'axe de rotation est obtenue au moyen du niveau et par des pointés nadiraux.

Inégalité des tourillons. — Cette inégalité a été étudiée. Les tourillons sont parfaitement ronds, il y a entre eux une légère inégalité que l'on pourra faire disparaître.

Niveau. — On a utilisé successivement deux fioles de niveau qui ont été étudiées à l'aide du comparateur. On a trouvé respectivement pour la valeur d'une partie : $0^s,066$ (première fiole) et $0^s,045$ (deuxième fiole).

Bain de mercure. — Le bain de mercure utilisé est celui de l'instrument photographique des hauteurs égales de M. René Baillaud.

La cuvette contenant le mercure formant miroir flotte sur un bain de mercure, ce qui amortit rapidement les oscillations. Malgré l'épaisseur de la couche de mercure et les trépidations du sol parisien, on obtient de bonnes images des fils.

Moteur. — Le fonctionnement du moteur électrique qui entraîne le micromètre est très régulier. Les changements de vitesse de la vis pour l'observation d'étoiles voisines du pôle s'obtiennent par des déplacements de trains d'engrenage dont les commandes sont d'un maniement rapide; pour l'observation des autres étoiles, les changements de vitesses se font au moyen d'un rhéostat.

Chronographe. — A l'instrument est associé un chronographe à deux plumes, laissé à l'Observatoire en août 1914 par la mission russe pour la longitude Paris-Poulkowo.

Résultats obtenus. — Le Tableau ci-dessous contient les corrections C_p de la pendule directrice déterminées à l'instrument des passages de Bouty. On a donné le poids $\frac{1}{2}$ aux corrections déduites des séries d'observations ne comprenant pas plus d'une circompolaire. La quatrième colonne contient le centième de seconde de temps des C_p fournis par les diverses étoiles non circompolaires d'une même série. La moyenne de ces C_p est inscrite dans la deuxième colonne. La moyenne générale des valeurs absolues des écarts entre les C_p des étoiles d'une même série et leur moyenne est $0^s,02$.

Dates. 1922.		C_p moyen et temps sidéral.	Poids.	Centièmes de seconde des C_p fournis par chaque étoile.	$n_s - n_i$.	
Mars	17....	— $2^s,58$ à $9^h,2$	$\frac{1}{2}$	57; 62; 58; 56; 55	»	2
Avril	6....	— 4,63 à 9,9	$\frac{1}{2}$	59; 65; 64	»	3
	14....	— 5,30 à 9,7	$\frac{1}{2}$	26; 33	»	3
	20....	— 5,86 à 11,0	$\frac{1}{2}$	87; 88; 84	»	2
	28....	— 6,72 à 10,9	»	69; 70; 76	$-0^s,018$	3
Mai	2....	— 7,11 à 11,9	»	08; 07; 14; 13	— 28	3
	5....	— 7,44 à 11,8	»	41; 43; 47	+ 37	2
	8....	— 7,66 à 11,7	»	68; 67; 69; 61	+ 16	3
	16....	— 8,45 à 12,4	»	49; 43; 42; 47	+ 54	3
	19....	— 8,88 à 12,3	$\frac{1}{2}$	89; 85; 88; 89	»	1
	23....	— 9,27 à 13,1	$\frac{1}{2}$	32; 29; 27; 19	»	4
Juin	23....	—12,33 à 15,5	»	34; 33; 33; 33	— 37	0
	29....	—12,85 à 16,0	»	78; 88; 88	+ 18	4
Juillet	1....	—12,95 à 15,6	$\frac{1}{2}$	95; 93; 93; 00	»	2
	6....	—13,42 à 16,2	»	42; 47; 35; 44	+ 49	4
	20....	—14,84 à 16,6	»	84; 87; 80; 85	+ 27	2
	26....	—15,42 à 17,1	»	40; 43; 44; 42	— 2	1
	29....	—15,70 à 17,4	$\frac{1}{2}$	71; 70; 70	»	0
	31....	—15,99 à 17,2	»	98; 97; 00; 02	+ 65	2
						44
					Moyenne.....	$0^s,02$

Les observateurs ont été : M. Simonin, le 16 mai; M. Lambert, le 23 mai; et Mme Chandon, les autres jours.

Ce Tableau contient aussi les différences $n_s - n_i$; la constante de Bessel n_s est déduite de l'observation des circompolaires (passages supérieurs) et n_i de l'observation des circompolaires (passages inférieurs).

Les différences $n_s - n_i$ peuvent comporter des erreurs dues aux observations, aux éphémérides et aux temps perdus des vis; ces dernières doivent être éliminées par le mode d'observation. On trouve ici pour leur moyenne $+ 0^s,017$.

L'ensemble des résultats est assurément très bon. Si, en mars et en avril, on a dû donner aux observations le poids $\frac{1}{2}$, la chose a tenu à ce que les inconvénients qu'offrait alors le chronographe ont fait perdre beaucoup d'observations, notamment de polaires. Actuellement ces difficultés ont été surmontées, et l'on peut penser que M. Simonin et Mme Chandon obtiendront à cet instrument de très satisfaisantes déterminations de la correction de la pendule fondamentale.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la prétendue transformation du ferment nitrique en espèce saprophyte.* Note [1] de M. S. **Winogradsky**.

Par mes recherches et celles de mon collaborateur M. Oméliansky, dont les résultats ont été publiés dans plusieurs Mémoires parus dans des Recueils français, russes, allemands, les caractères des microbes nitrificateurs ont été nettement établis, ainsi que leur rôle dans le phénomène naturel de la nitrification de l'azote organique.

Nous rappellerons que ces microbes appartiennent au groupe physiologique si curieux des *anorgoxydants*, terme que nous nous proposons d'appliquer au groupe d'organismes caractérisés par la fonction d'oxyder des corps inorganiques; ces organismes occupent une place à part parmi les êtres vivants, leur respiration ne se faisant pas aux dépens de la matière hydrocarbonée avec de l'acide carbonique comme produit, mais cette respiration, soit l'acte énergétique, se portant sur les corps minéraux oxydables tels que l'hydrogène sulfuré, le soufre, l'oxyde ferreux, l'ammoniaque ou l'acide nitreux, selon la fonction toujours étroitement spécialisée des différents sous-groupes des *anorgoxydants*. Incapables de décomposer les substances organiques et de s'en nourrir, ces microbes se développent dans un milieu purement minéral et possèdent la faculté d'assimiler l'acide carbonique. Quant aux substances organiques toujours présentes dans le milieu naturel, elles n'entravent pas la marche du processus spécifique d'oxydation qu'à des doses peu élevées, différentes selon la qualité de ces substances; tout excès réduit les nitrificateurs à un état d'inaction qui ne cesse qu'après la destruction de cet excès par les saprophytes du sol.

Ces résultats, déjà anciens, ont été confirmés depuis par plusieurs

---

(1) Séance du 31 juillet 1922.

auteurs. Pourtant les contestations n'ont pas manqué, et c'est surtout la question qui a trait à la matière organique, qui a suscité les controverses les plus vives. Cette matière favorise-t-elle le processus ou l'entrave-t-elle, et dans quelles conditions? Nous n'entrerons pas maintenant dans la discussion de ce sujet assez vaste, le but de cette Note n'étant que de mettre en relief la nécessité de s'en tenir à une technique très rigoureuse dans cette étude. Des théories plus ou moins extravagantes, reconnues inexactes, ont déjà eu maintes fois pour point de départ de simples fautes de technique; celle dont nous allons nous occuper tout à l'heure n'a pas non plus, à notre avis, d'autre origine. C'est que la culture des microbes nitrificateurs à l'état de pureté absolue est assez délicate; elle exige plus de temps et de soins que la majorité des manipulations bactériologiques du même genre. On y parvient tout de même régulièrement si l'on s'en tient aux méthodes minutieusement décrites dans nos Mémoires; nous y avons recommandé aussi un moyen de contrôle qui est suffisant dans la majorité des cas, pour s'assurer de la pureté des cultures : le bouillon ensemencé avec quelques gouttes de la culture doit rester inaltéré. Ce contrôle est obligatoire, et si l'observateur, en perdant patience ou — ce qui est encore pis — en se laissant guider par des idées de variabilité des fonctions, le néglige, il a bientôt fait d'annoncer la découverte d'une espèce ou forme nouvelle du ferment nitreux ou nitrique, *dépourvue de pouvoir oxydant*, et ayant passé à l'état de saprophyte banal, bien entendu, pour toujours. Inutile de dire qu'elle n'avait jamais cessé de l'être.

Une transformation de ce genre a déjà été avancée par MM. Warington, Frankland, M. Stutzer et autres, il y a plus de vingt-cinq ans, et c'est maintenant M. Beijerinck qui l'annonce dans un Mémoire plus récent, intitulé : *Sur le ferment nitrique et sur la formation d'espèce physiologique* (¹).

Certes on hésite beaucoup à attribuer à l'éminent bactériologiste hollandais, auquel la science doit tant de belles découvertes, des fautes de technique. On se les explique pourtant par la manière originale de ce savant de traiter le sujet en question comme s'il s'agissait d'un terrain vierge, en prêtant trop peu d'attention à l'œuvre de ses prédécesseurs. M. Beijerinck ne tient notamment aucun compte de la méthode de contrôle de la pureté des cultures préconisée par nous. Il se borne à remarquer d'une manière caté-

(¹) *Ueber das Nitratferment und über physiologische Artbildung* (*Folia Microbiologica*, t. 3, 1914). — Les événements que l'on connaît ne m'ont permis de prendre connaissance de ce Mémoire que tout récemment.

gorique : « L'assertion qu'on trouve dans les traités, soit que le ferment nitrique ne se développe pas dans le bouillon, est entièrement inexacte : il y croît admirablement, seulement son pouvoir de nitratation disparaît » ; et cela sans restitution possible. Trouve-t-on au moins quelque preuve du rapport génétique entre la forme ou espèce active et l'espèce inactive saprophytique ? M. Beijerinck n'en donne aucune ; il reconnaît que le *seul* caractère distinctif du microbe nitrique, soit le pouvoir de nitrater, manque dans ce cas, « l'état polytrophe » en étant dépourvu ; il faut donc beaucoup d'habitude, dit-il, pour reconnaître l'origine et la parenté étroite de la nouvelle espèce avec l'ancienne. Il ne connaît donc lui-même, comme on le voit, aucune méthode précise pour établir le fait qu'il avance. Ainsi l'importance, très grande, que M. Beijerinck attache à l'apparition subite d'une « modification stable héréditaire » n'est nullement justifiée ; ce savant paraît ignorer que cette découverte, ou plutôt cette illusion, est revenue déjà plusieurs fois durant le dernier quart de siècle.

Voyons maintenant les qualités attribuées au microbe nitrique par le bactériologiste hollandais.

Ce ferment, désigné sous le nom de *Nitrobacter oligotrophum*, ne serait « héréditairement stable qu'en présence de traces de matière organique soluble » ; plus abondamment nourri, par exemple dans du bouillon, il se transformerait immédiatement en *Nitrobacter polytrophum*, en perdant pour toujours son pouvoir spécifique. Même de très petites doses d'aliment organique, ne dépassant pas $\frac{1}{10}$ pour 100 de glucose, peptone, asparagine, d'acétate de soude, etc., suffiraient déjà pour provoquer une pullulation abondante nécessairement suivie de cette transformation. C'est que « croissance et nitratation sont des fonctions séparées », affirme M. Beijerinck. Cette dernière ne pourrait s'exercer qu'après un arrêt complet de la végétation occasionné par la disparition des dernières traces d'aliment organique. Car l'état oligotrophe ne serait guère capable de chimiosynthèse ; cette faculté lui aurait été attribuée à tort.

Il semble donc que M. Beijerinck se représente l'état ferment *comme un état d'inanition;* il s'ensuivrait nécessairement que la fonction même n'est plus physiologique, mais en quelque sorte pathologique, cas presque impossible à admettre.

Quant au phénomène naturel, ce ferment si fragile en est évidemment un agent très peu sûr, car il pourrait bien disparaître du sol à un moment inopportun, après une bonne fumure, par exemple. Pour prévenir cette critique, M. Beijerinck admet que cette disparition est compensée par un

repeuplement qui se fait aux dépens des germes-ferments dont les restes se maintiennent intacts dans quelques coins du sol à l'abri des matières organiques. S'il en est ainsi, de grands écarts ou fluctuations dans le nombre des germes-ferments ne doivent se manifester que trop souvent dans le sol. Le Mémoire ne nous en dit rien. De plus, comment pourrait-on compter pour ce repeuplement sur des germes inanitiés? C'est plutôt l'espèce polytrophe qui pourraît s'en charger, mais celle-ci n'est plus ferment. On voit que l'hypothèse s'accorde assez mal avec les idées mêmes du savant bactériologiste.

Quant aux caractères si extraordinaires attribués au ferment nitrique, ils sont contredits par toutes nos expériences, cependant bien nombreuses.

La nitratation est une fonction stable. Elle n'est pas abolie par la présence de la matière organique. Ce ne sont que des doses élevées, dépassant par exemple 1 pour 100 de peptone, qui paralysent le ferment; mais elles ne le tuent pas, ni ne le transforment non plus, il reste ce qu'il était, et transporté dans un milieu approprié, il y reprend son activité.

La croissance et la nitratation sont des fonctions inséparables, et il est très facile de s'en assurer en inoculant une quantité infinitésimale de germes dans le milieu nitrité et en suivant pas à pas la marche des deux. La multiplication est toujours suivie de nitratation, et il n'y a jamais nitratation sans croissance.

Quant à la *chimiosynthèse*, enfin, il est vrai que nous ne l'avons pas démontrée par des expériences directes pour le microbe nitrique, mais l'analogie avec le ferment nitreux et le fait que la croissance et la nitratation ne sont possibles qu'en présence de l'acide carbonique, rendaient cette synthèse très probable. Heureusement, les expériences si remarquables de M. Otto Meyerhof [1] sont venues depuis combler cette lacune, si lacune il y avait. La *chimiosynthèse*, dans ce cas également, est donc maintenant un fait acquis pour le plus sceptique.

NOMINATIONS.

MM. Kilian et Bigot sont adjoints à la délégation au *XIIIe Congrès géologique international* qui se tiendra à Bruxelles le 10 août prochain.

---

(1) *Recherches sur l'acte respiratoire des bactéries nitrifiantes* (*Pflügers Archiv*, t. 164 et 165, 1916).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° C. Houard. *Les Zoocécidies des plantes d'Afrique, d'Asie et d'Océanie.* (Présenté par M. E. Bouvier.)

2° *Faune de France : 3. Orthoptères et Dermaptères,* par L. Chopard. (Présenté par M. E. Bouvier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en séries à deux variables complexes suivant les inverses de polynomes donnés.* Note (1) de M. **Abramesco**, présentée par M. Appell.

I. Commençons par le développement d'une fonction $F(x, y) = \sum \sum \frac{c_{m,n}}{x^m y^n}$, suivant les inverses de polynomes donnés, ayant leurs racines intérieures aux cercles (c) et (γ) de rayons r_1 et ρ_1,

$$P_m(x) = (x - a_{1,m}) \ldots (x - a_{m,m}), \qquad Q_n(y) = (y - b_{1,n}) \ldots (y - b_{n,n}) \quad (2).$$

1. Étant données les quantités $a_{m,n}$ au sens de MM. Hadamard et Lemaire (3), telles que $\lim\limits_{m+n \to \infty} \sqrt[m+n]{|a_{m,n}| k^n} = \lambda(k)$, les nombres $r = \lambda(k)$, $\rho = \frac{\lambda(k)}{k}$ forment un système de cercles associés de convergence pour la série $\sum \sum \frac{a_{m,n}}{x^m y^n}$. Cette série converge pour tout point (r, ρ) extérieur à la courbe $r = \lambda\left(\frac{r}{\rho}\right)$.

2. On peut déduire les coefficients $A_{m,n}$ du développement de $F(x, y)$

(1) Séance du 17 juillet 1922.

(2) Pour le cas d'une variable complexe, voir les travaux de M. Appell, *Sur les développements en série suivant les inverses de polynomes donnés* (*Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 5 et 1042; *Bull. Sc. math.*, novembre 1913; *Bull. Soc. math.*, t. 58, 1920, p. 1).

(3) Lemaire, *Sur les séries entières à plusieurs variables indépendantes* (*Bull. Sc. math.*, 1896, p. 286).

de l'identité

$$\sum\sum \frac{c_{m,n}}{x^m y^n} = \sum\sum \frac{A_{m,n}}{P_m(x)\,Q_n(y)},$$

$$\frac{1}{P_m(x)\,Q_n(y)} = \frac{1}{x^m y^n}\left(1 + \frac{p_{1,m}}{x} + \frac{p_{2,m}}{x^2} + \ldots\right)\left(1 + \frac{q_{1,m}}{y} + \frac{q_{2,m}}{y^2} + \ldots\right).$$

3. Ce développement est valable à l'extérieur des cercles associés de rayons r, ρ, pour tout point (r, ρ) extérieur à la courbe du plan Or, $O\rho$ (où ne se trouve l'origine O)

$$r - r_1 = \lambda\left(\frac{r - r_1}{\rho - \rho_1}\right), \qquad \sqrt[m+n]{|A_{m,n}|\,K^n} \to \lambda(K),$$

r_1 et ρ_1 étant les rayons des cercles donnés (c) et (γ).

4. On a

$$\frac{1}{(x-u)(y-v)} = \sum\sum \frac{R_{m-1,n-1}(u, v)}{P_m(x)\,Q_n(y)},$$

$R_{m-1,n-1}(u, v)$ étant un polynome de degré $(m-1)$ en u et $(n-1)$ en v; le terme du plus haut degré est $u^{m-1}v^{n-1}$ et ce polynome a au plus $m.n$ termes.

5. On a, en posant

$$I^{p,q}_{m,n} = -\frac{1}{4\pi^2}\int_{(c)}\int_{(\gamma)} \frac{R_{p,q}(x, y)}{P_{m+1}(x)\,Q_{n+1}(y)}\,dx\,dy,$$

$$I^{p,q}_{m,n} = 0, \qquad p \lessgtr m, \qquad q \lessgtr n; \qquad I^{m,n}_{m,n} = 1.$$

6. Observant que l'intégrale

$$-\frac{1}{4\pi^2}\int_{(c)}\int_{(\gamma)} \frac{R_{p,q}(x, y)}{P_{m+1}(x)\,Q_{n+1}(y)}\,dx\,dy$$

est nulle pour $m = 0, 1, \ldots, p$, $n = 0, 1, \ldots, q-1$; $m = 0, 1, \ldots, p-1$, $n = q$ et égale à 1 pour $m = p$, $n = q$, on obtient $(p+1)(q+1)$ équations linéaires, d'où l'on déduit les $(p+1)(q+1)$ coefficients du polynome $R_{p,q}$.

7. Supposant que le développement $F(x, y) = \sum\sum \frac{A_{m,n}}{P_m(x)\,Q_n(y)}$ est valable dans les champs déterminés, les coefficients $A_{m,n}$ sont donnés par

$$A_{p+1,q+1} = -\frac{1}{4\pi^2}\int_{(c)}\int_{(\gamma)} F(x, y)\,R_{p,q}(x, y)\,dx\,dy.$$

II. Considérons maintenant les séries $\sum\sum \frac{a_{m,n}}{P_m(x)\,Q_n(y)}$, les coefficients $a_{m,n}$ étant tels que $\sqrt[m+n]{|a_{m,n}|\,k^n} \to \lambda(k)$ et les polynomes donnés

$P_m(x)$, $Q_n(y)$ ayant les racines intérieures aux courbes (C) et (Γ) à simple connexion et étant liés par les relations de Poincaré [1]

$$R_p(x)\,P_{m+p}(x)+\ldots+R_0(x)\,P_m(x)=0,$$
$$S_q(y)\,Q_{n+q}(y)+\ldots+S_0(y)\,Q_n(y)=0.$$

Les courbes associées de convergence [2] des séries $\sum\sum\frac{a_{m,n}}{P_m(x)\,Q_n(y)}$ sont données sur les plans x et y par $|\alpha(x)|=r$, $|\beta(y)|=\rho$, (r, ρ) étant un point extérieur à la courbe $r=\lambda\left(\frac{r}{\rho}\right)$ (où ne se trouve l'origine des axes Or, $O\rho$), $\alpha(x)$ et $\beta(y)$ étant les racines de plus grand module des équations

$$Z^p+A_{p-1}Z^{p-1}+\ldots+A_0=0, \qquad A_s=\lim\frac{R_s}{R_p},$$
$$Z^q+B_{q-1}Z^{q-1}+\ldots+B_0=0, \qquad B_t=\lim\frac{S_t}{S_q}.$$

Les champs de convergence sur les plans x et y sont les régions extérieures aux courbes $|\alpha(x)|=r$, $|\beta(y)|=\rho$, (r, ρ) étant un point extérieur à la courbe $r=\lambda\left(\frac{r}{\rho}\right)$, et extérieures aux courbes (C) et (Γ) où se trouvent respectivement les racines des polynomes $P_m(x)$ et $Q_n(y)$.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les propriétés chimiques du mésothorium 2.* Note [3] de M. D. Yovanovitch, présentée par M. Urbain.

Préparation. — Au cours des années 1921 et 1922, j'ai entrepris quelques recherches pour préciser la nature chimique du mésothorium 2. La matière première que j'ai employée était constituée par du chlorure de baryum contenant du mésothorium 1 et du radium. D'après la règle de Fajans, tout précipité formé dans une solution peut adsorber un radio-élément lorsque la combinaison analogue de ce radio-élément est insoluble dans cette solu-

---

(1) Poincaré, *Sur les équations linéaires aux différentielles ordinaires et aux différences finies* (*American Journal*, vol. 7).

(2) Voir, pour le cas d'une variable complexe, ma Note : *Sur les séries de polynomes à une variable complexe* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1922, p. 77).

(3) Séance du 31 juillet 1922.

tion. Ainsi, pour entraîner le mésothorium 2, on peut faire usage de tous les éléments qui forment les hydroxydes insolubles, tels que Fe, Al, Zr, La. Nd, etc. Hahn fut le premier à le séparer par l'hydroxyde de Zr [1]. Markwald a employé le fer [2], Mc Coy et Viol se servirent de l'aluminium [3] et enfin L. Meitner a recueilli le mésothorium 2 sur une cathode d'argent par électrolyse d'une solution neutre [4]. En précipitant directement par NH^4OH les hydrates de la solution active, on accumule les sels ammoniacaux, ainsi que les sels des éléments qui ont été employés pour l'entraînement du mésothorium 2. C'est pourquoi il a été nécessaire de trouver une méthode de préparation permettant de conserver le sel actif à l'état de pureté.

En tenant compte de tous ces faits, j'ai commencé par une précipitation à chaud d'une solution concentrée de $BaCl^2$ actif par l'acide chlorhydrique concentré. Le précipité de chlorure de baryum entraîne le mésothorium 1, thorium X et le radium, tandis que le mésothorium 2, le radiothorium et le dépôt actif restent en solution. Si l'on répète plusieurs fois cette précipitation, après un ou deux jours de repos, en laissant le temps nécessaire à l'accumulation du mésothorium 2, on obtient finalement du mésothorium 2 presque pur dans la solution acide contenant très peu de baryum. On peut alors précipiter tout le mésothorium 2 avec des sels de Fe, Al ou de terres rares. Cependant il est préférable de purifier encore une fois le mésothorium 2 en précipitant plusieurs fois l'hydrate, et en ajoutant un peu de thorium que l'on précipite ensuite par H^2O^2 pour éliminer le radiothorium. Enfin on entraîne le thorium C et le thorium B avec un peu de plomb et de bismuth qu'on précipite sous forme de sulfures.

Pour étudier les propriétés du mésothorium 2 par rapport aux terres rares, j'ai ajouté à la solution chlorhydrique de cette substance 1^{cm^3} de solution à 10 pour 100 de nitrate du La, Nd, Pr ou Sm selon le cas. Pour les mesures j'ai préparé des couches minces d'oxalates sur des cuvettes de laiton. Les mesures ont été faites dans une chambre à rayons β et γ où l'espace de ionisation avec la tige isolée était séparé de la préparation du mésothorium 2 par une feuille d'aluminium dont l'épaisseur était suffisante pour arrêter les rayons α. La tige isolée est liée à un électromètre à

---

(1) O. Hahn, *Phys. Zeit schr.*, t. **9**, 1908, p. 284.

(2) Markwald, *Ber. d. d. ch. Ges.*, t. **43**, 1910, p. 3420.

(3) H. N. Mc Coy and Viol, *Phil. Mag.*, t. **25**, 1913, p. 350.

(4) L. Meitner, *Phys. Zeitschr.*, t. **12**, 1911, p. 1094.

quadrants et le courant d'ionisation est compensé par un quartz piézo-électrique.

Étude chimique du mésothorium 2. — D'après les transformations radioactives du thorium, le poids atomique du mésothorium 2 est 228,12. Ce corps isotope avec l'actinium se rapproche, par ses propriétés chimiques, des terres rares. J'ai commencé par une précipitation fractionnée des oxalates, des hydrates et des doubles sels $M^2(SO^4)^3\ 3\ R^2SO^4$ de chaque élément du groupe cérique. Le mésothorium, préparé de la manière décrite, est mélangé avec les nitrates, respectivement sulfates du La, Pr, Nd et Sm ; par précipitations successives j'ai formé plusieurs fractions dont la teneur en mésothorium 2 a été examinée. Le mésothorium 2 accompagne chez La et Pr les premières fractions et chez Nd et Sm il se trouve concentré dans les dernières fractions; d'où il résulte que ses propriétés chimiques sont le plus rapprochées de celles du lanthane. En faisant un fractionnement régulier des doubles nitrates de terres rares et d'ammonium en présence de mésothorium, j'ai toujours constaté une accumulation de mésothorium 2 du côté du lanthane et une diminution de teneur du côté de Sm. Ainsi les fractions successives d'un fractionnement contiennent en mésothorium 28,2 pour 100, 23,9 pour 100, 19,1 pour 100, 16,2 pour 100 et 12,6 pour 100.

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition chimique de l'aérinite.* Note de M. J. Orcel.

Le nom d'aérinite a été donné par von Lasaulx [1] à une substance bleue, compacte, parfois un peu fibreuse, très facilement attaquable par les acides; elle n'est pas homogène. On y observe au microscope, disséminés dans une masse bleue transparente très polychroïque des fragments de pyroxènes et de feldspaths, parfois d'olivine et de quartz. Les propriétés optiques du minéral ont été déterminées par Des Cloizeaux [2] et par M. A. Lacroix [3]. L'analyse en a été faite pour la première fois par Damour [4], puis par von Lasaulx [2] et par Rammelsberg [5], mais comme

(1) *Neues Jahrb. f. Min.*, 1876, p. 352.
(2) V. Lasaulx, *Neues Jahrb. f. Min.*, 1877, p. 60.
(3) *Min. de la France et de ses Colonies*, t. 1, p. 403.
(4) *Bull. Soc. Franç. Min.*, t. 1, 1878, p. 126.
(5) *Zeitschr. f. geol. Gesel.*, t. 28, 1876, p. 234.

elle a porté sur la substance brute les résultats obtenus sont discordants.

Il était donc nécessaire de reprendre l'étude chimique du minéral en essayant de le séparer des minéraux étrangers.

L'échantillon utilisé provient de Casserras, Huesca (province d'Aragon) [1]. L'aérinite y est mélangée à du pyroxène, du quartz, et à quelques grains d'un minéral opaque (spinelle). L'aérinite ayant une densité voisine de celle du pyroxène, il est impossible d'effectuer une séparation satisfaisante par les liqueurs lourdes. L'attaque par les acides permet au contraire une bonne séparation. L'aérinite est en effet très facilement soluble dans les acides minéraux et même dans les acides organiques (citrique et acétique) et le résidu de l'attaque, après dissolution de la silice provenant de la désagrégation du minéral par une solution chaude de soude ou de carbonate de soude, est constant, quelles que soient les conditions de l'attaque.

L'analyse de la solution chlorhydrique a donné les résultats suivants :

SiO^2	39,26	654	660	6,2
TiO^2	0,49	6		
Al^2O^3	19,80	194	238,5	2,2
Fe^2O^3	7,13	44,5		
FeO	1,35	18,7	106,7	1
MgO	3,52	88		
MnO	0,03			
CaO	9,08	163	165	1,5
SrO	0,20	2		
P^2O^5	0,07			
Vanadium	traces			
Alcalis	traces			
H^2O (à 106°)	5,43	301,6		2,8
H^2O (à 400°)	11,03	775		7,3
H^2O (de 400° à 1100°)	2,92			
	100,31			

On déduit de cette analyse la formule empirique approximative :

$$6SiO^2, 2(Al, Fe)^2O^3, (Fe, Mg)O, 1.5CaO, 7H^2O + 3Aq.$$

Le fer ferrique et l'alumine sont à peu près dans le rapport de 1 : 5. Il en est de même du fer ferreux et de la magnésie.

Ces rapports moléculaires conduisent à une formule de constitution compliquée que nous chercherons à préciser ultérieurement. Cependant,

---

(1) CALDERON, *Los Minerales de España*, t. 2, p. 394.

dès à présent, il semble que ce minéral puisse être envisagé comme un type nouveau de leptochlorite, à condition d'étendre la définition de ce terme à des minéraux riches en chaux, pauvres en magnésie et en fer ferreux. D'ailleurs l'aérinite avait déjà été rangée dans ce groupe par M. A. Lacroix, à cause de ses propriétés optiques.

D'autre part, le minéral perd la majeure partie de son eau de constitution à une température voisine de 400° et ce fait est assez général dans les leptochlorites. A cette température, les propriétés optiques de l'aérinite changent; sa couleur bleue disparaît; elle n'est plus polychroïque, mais sa biréfringence a peu varié. A 1100° la substance est complètement transformée; elle est devenue brun rouge et opaque, elle n'est plus biréfringente; le réseau cristallin est détruit; il est à noter que de 400° à 1100° le départ de l'eau se fait graduellement; il n'y a pas brusque dégagement comme à 400°. L'eau dosée à 106° est de l'eau d'hydratation. Une partie de cette eau (2,63 pour 100) s'échappe dans l'exsiccateur sous la pression normale; elle est récupérée totalement après séjour dans une atmosphère humide. L'eau qui s'échappe à 400° se comporte de même, mais on peut l'expulser alors presque complètement à la température de 106°. Elle ne joue donc pas un rôle analogue à l'eau des zéolites; elle ne fait pas partie du réseau comme l'eau absorbée par ces minéraux.

Étude spectrale. — Le spectre de l'aérinite a déjà été étudié dans la partie visible par M. A. de Gramont [1]. Mais cette étude a porté sur la substance brute. Je l'ai reprise sur la portion insoluble, et sur les chlorures résultant de l'évaporation à sec de la solution [2]. Cette étude montre que les raies sensibles du strontium et du vanadium existent seulement dans le spectre des chlorures; ces éléments appartiennent donc bien à l'aérinite. Elle ne permet pas d'émettre une hypothèse sur l'origine de la coloration de l'aérinite. On l'a attribuée à un phosphate ou à un vanadate de fer, mais on ne conçoit pas bien le mécanisme de la coloration produite par ces sels. Il est à remarquer que la disparition de la coloration, dans l'air sec, est liée au départ de l'eau; si cette disparition n'est pas due à un phénomène d'oxydation, peut-être doit-on admettre que la couleur bleue est une conséquence immédiate de la structure de la molécule. La constance de la teinte du minéral dans ses divers gisements est en faveur de cette hypothèse.

---

(1) *Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus* (*Bull. Soc. franç. Min.*, t. 21. p. 94).

(2) Les spectres ont été photographiés en coïncidence au moyen d'un spectrographe Hilger à deux prismes en crown-uviol.

MINÉRALOGIE. — *Minéraux de la région d'Oudjda (Maroc).* Note de M. J. BARTHOUX.

De beaux cristaux de vanadinite des environs d'Oudjda m'ayant été envoyés, je me suis rendu à la mine, d'où ils provenaient, et j'y ai recueilli les minéraux suivants :

Galène, *vanadinite*, *pyromorphite*, *wulfénite*, *cérusite*, *dolomite*, *calcite et aragonite*.

Ce sont des minéraux accessoires d'une mine de galène, actuellement à l'étude, ouverte dans les calcaires dolomitiques du Gebel Mahser, 25^{km} au sud d'Oudjda. La région est constituée par une série jurassique plus ou moins redressée et reposant sur un substratum schisto-cristallin paléozoïque. Une érosion profonde atteint généralement ce dernier, et ne laisse subsister que des témoins tabulaires ou des crêtes jurassiques relevées.

La série sédimentaire, dans le voisinage du Gebel Mahser, débute par des calcaires et argiles vertes, avec intercalation d'une couche mangano-ferrugineuse, importante en épaisseur comme en étendue. Ailleurs, on n'observe que des lambeaux de calcaire dolomitique, reposant sur le Paléozoïque, dont la base est très minéralisée, à la faveur d'une porosité qui fait d'ailleurs de ces roches un réservoir naturel des eaux d'infiltration.

La galène s'y présente en poches *de dissolution* et offre, de ce fait, une grande analogie de gisement avec les poches ferrugineuses si abondantes dans le Jurassique marocain, mais déposées, par contre, *per descensum*.

Voici la description des minéraux du Gebel Mahser :

Galène. — Aux endroits où elle est le moins compacte, la galène montre des géodes tapissées de cristaux de la forme p (001), a^1 (111), avec tendance à la prédominance de a^1. Dans une mine voisine, la minéralisation s'étant opérée au contact de schistes, ceux-ci sont criblés de gros cristaux cubiques du minéral.

Vanadinite. — Le G. Mahser est aujourd'hui l'un des plus beaux gisements connus de vanadinite, tant par l'abondance des cristaux que par leur taille qui atteint $3^{cm} \times 1^{cm},5$. Ils tapissent les parois d'une longue cavité calcaire corrodée, et s'y présentent isolés ou groupés, ou même superposés et enchevêtrés. Leur aspect varie d'ailleurs dans chaque cas, donnant les différents types suivants :

a. Gros cristaux opaques, isométriques, gris, à reflet adamantin ;

b. Les mêmes à faces courbes, en barillets ;

c. Petits cristaux de même aspect mais groupés, parallèlement, en sphérules à surface anguleuse ;

d. Petits cristaux isométriques transparents, de couleur rougeâtre ;

e. Petits cristaux aplatis et en associations polysynthétiques, avec face d'accolement *p* ;

f. Petits cristaux aplatis, isolés, et à faces dépolies.

Ces derniers sont les plus riches en troncatures, alors que les autres ne montrent guère que les faces du prisme hexagonal.

Les formes observées sont les suivantes :

$$p(0001),\quad m(10\bar{1}0),\quad h^1(11\bar{2}0),\quad a^2(11\bar{2}2),\quad a^1(11\bar{2}1).$$

On rencontre aussi, bien que rarement, de la vanadinite en croûtes botryoïdales, ou en sphérules à structure extérieure radiée.

Il est à remarquer que les cristaux transparents sont les premiers formés, et c'est leur accroissement qui donne les cristaux géants et opaques. En outre, l'apparition de la vanadinite dans ce gisement est marquée par une corrosion intense des parois, donnant à leur surface un aspect grossièrement spongieux, comme cela s'observe à Saïda (Oran) ([1]).

Pyromorphite. — Ce minéral est en petits cristaux transparents de la forme *p*, *m*, implantés sur la dolomite ; et lui constituant une croûte verdâtre.

Wulfénite. — Les cristaux de ce minéral sont volumineux, ils atteignent 3^{cm} de largeur. Ils sont de couleur orangée et comparables, par leur netteté et leur dimension, à ceux de Yuma (Arizona). Les uns sont tabulaires, par aplatissement suivant *p* ; les autres montrent l'octaèdre a^2, basé ou non.

Formes observées :

$$p(001),\quad a^2(102),\quad b^4(118),\quad b^2(113),\quad b^{\frac{1}{2}}(111).$$

L'examen de certains cristaux montre que leur cristallisation a débuté par une forme *p*, b^x pour aboutir à la forme tabulaire précédemment décrite.

Cérusite. — Les géodes de la galène sont tapissées de beaux cristaux transparents de cérusite, généralement allongés suivant l'axe *a* ; quelques-uns d'entre eux sont aplatis suivant *p* et déformés.

([1]) A. Lacroix, *Minéralogie de la France*, t. 4, p. 412.

Formes observées :

$$p(001),\quad m(110),\quad g^{\frac{7}{2}}(250),\quad g^2(130),\quad g^1(010),\quad h^1(100),\quad b^{\frac{1}{2}}(111),$$
$$b^1(112),\quad b^2(114),\quad a^2(102),$$
$$e^2(012),\quad e^1(011),\quad e^{\frac{1}{2}}(021),\quad e_3\left(b_1 b^{\frac{1}{3}} g^1\right),\quad e_{12}\left(b^{\frac{1}{12}} b^1 g^1\right).$$

Macle m, par pénétration, fréquente.

Les faces de la zone pg^1 et les dièdres $h^1 g^1$ sont profondément cannelés parallèlement à leurs arêtes.

Dolomite. — La dolomite a recristallisé dans les géodes en rhomboèdres p opaques, nacrés, et de forme crêtée. Dans un gisement voisin, les crêtes sont recouvertes de sidérite.

Calcite. — Je n'ai trouvé qu'un seul cristal que je n'ai pu examiner. Il m'a paru être un isocéloèdre ou une forme d^1 maclée suivant a^1.

Aragonite. — L'aragonite est aciculaire et à disposition radiée. On y reconnaît les formes :

$$p(001),\quad m(110),\quad g^1(010),\quad e^1(011),\quad b^1(112).$$

g^1 est la forme vers laquelle tend une troncature e^x très aiguë. D'autres pointements plus aigus que le précédent sont rendus indéterminables par la courbure de leurs faces. Enfin des sphérules d'aragonite sont dispersées sur les cristaux de wulfénite ou les croûtes de pyromorphite.

Tous ces minéraux ne sont pas associés d'une manière quelconque : la vanadinite, par exemple, ne se rencontre jamais sur la galène ; on distingue les associations suivantes :

a. Galène, cérusite.

b. Vanadinite.

c. Wulfénite, pyromorphite, aragonite.

La wulfénite apparaît également en cristaux isolés sur la galène, et la dolomite est indifféremment dans toutes les géodes.

L'ordre de cristallisation est le suivant : galène, dolomite, cérusite, dolomite, wulfénite, calcite, aragonite. On ne peut dire quelle place occupe exactement la vanadinite dans cette succession de cristaux.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution et l'origine des limons de la plaine de Caen appelés rougeaut et fauvet.* Note de M. **Aimé Azam**, présentée par M. Émile Haug.

Dans la région de Caen, on donne le nom de rougeauts et de fauvets à des formations quaternaires dont l'origine et la nature sont mal connues; elles font partie des dépôts superficiels désignés sous le nom général de limons.

Dans la falaise située entre Luc-sur-Mer et Lion-sur-Mer, ces formations reposent sur les calcaires de Langrune du Bathonien supérieur. A la base, on trouve une assise (horizon T_3) composée de plaquettes argilo-sableuses, fendillées, dont la partie supérieure passe graduellement au fauvet (T_2). Celui-ci a une puissance de $1^m,25$ à $2^m,30$ suivant les points. Il est constitué par un limon pulvérulent jaunâtre, avec interposition d'un cordon de petits cailloutis de quartzites, de grès et de silex. Le fauvet est nettement limité à sa partie supérieure par un limon grenu, fortement coloré, c'est le rougeaut (T_1), dont l'épaisseur varie de $0^m,50$ à $1^m,50$. A la partie supérieure une couche de terre végétale de $0^m,10$ recouvre cet ensemble.

Mes recherches m'ont amené à faire les constatations suivantes :

Analyse chimique globale.

	Rougeaut.	Fauvet.	Horizon T_3.
Silice libre	41,00	47,50	20,50
» combinée	12,00	21,00	9,00
» totale	53,00	68,50	29,50
Carbonate de chaux	38,50	18,20	62,50
Alumine	5,86	8,91	5,08
Oxyde de fer	2,04	2,09	1,92
Acide phosphorique total	0,08	0,07	0,06
Potasse	0,10	0,20	0,18
Humus	0,40	0,30	0,30
	99,98	98,27	99,54
Éléments non dosés : magnésie, acide sulfurique, chlore, azote non carburé ou carbone	0,02	1,73	0,46
	100,00	100,00	100,00

L'examen du Tableau ci-dessus suggère une remarque importante relative à la grande abondance du carbonate de chaux et à son inégale répartition dans les trois horizons.

Le rougeaut, par exemple, contient deux fois plus de carbonate que le fauvet, qui est loin d'être décalcifié, contrairement à l'opinion générale enregistrée dans la Notice explicative de la carte géologique de Caen qui semblait correspondre à la loi générale de la décalcification superficielle de ces dépôts avec enrichissement de calcaire en profondeur.

Horizon T_3. — On aperçoit au microscope des débris remaniés de Bryozoaires, d'Echinodermes et des Oolithes ferrugineuses. Tous ces débris sont empruntés au Bathonien supérieur. On observe entre autres de gros éléments de quartz arrondis ou en éclats abondants et des fragments de quartzites. En outre, on trouve des grains de glauconie, des fragments de feldspaths (orthose, oligoclase), un petit nombre de paillettes de mica et quelques grains assez rares de zircon. L'ensemble a un aspect détritique indiquant que les divers éléments ont subi un remaniement important.

Horizon T_2 (*fauvet*). — Ce niveau renferme de gros débris de Bryozoaires aux contours anguleux, de Brachiopodes tapissés en calcite grenue et des Foraminifères (Flosculines, Orbitolines) provenant vraisemblablement de la Craie.

Le quartz se présente sous deux aspects, en gros grains peu abondants, avec angles émoussés d'un quart de millimètre de diamètre et en petits éclats anguleux très nombreux. Les feldspaths sont assez abondants, en particulier l'orthose et l'albite. Les grains de limonite sont rares, il en est de même des débris fragmentaires de zircon. La composition de ces dépôts est donc hétérogène.

Horizon T_1 (*rougeaut*). — Cet horizon contient de nombreux débris de calcaires du Bathonien supérieur, des restes d'Échinodermes (Crinoïdes), des fragments de coquilles de Mollusques, où l'on peut encore observer la matière colorante. Certains de ces morceaux sont perforés par des Algues. Les Foraminifères de la Craie sont plus rares.

Les gros grains de quartz de $0^{mm},8$ de diamètre, légèrement roulés, sont abondants. Les petits éclats anguleux sont moins nombreux que dans le fauvet. Les débris de feldspaths sont rares. La calcite tapisse l'intérieur des cavités des fossiles. La glauconie, les paillettes de mica blanc et les fragments de zircon sont peu abondants, seule la limonite est assez répandue.

Un examen micrographique attentif de toutes les formations géologiques, depuis les Schistes cristallins jusqu'au Cénomanien, m'a amené à l'interprétation suivante :

1° L'horizon inférieur des limons (T_3) est le résultat du remaniement des argiles du Cornbrash à la surface du calcaire de Langrune.

2° Le fauvet (horizon T_2) a été formé par l'altération sur place de l'argile callovienne qui recouvrait autrefois la région, un remaniement ultérieur ayant déposé des éléments appartenant à d'autres étages, en particulier au Cénomanien.

3° Le rougeaut résulterait du remaniement du fauvet avec un apport

d'éléments arrachés à un massif cristallin (quartz de filon, quartzites, feldspaths). La forte teneur de cette assise en carbonate de chaux (38,5 °/₀) s'explique par la présence de fossiles remaniés du Bathonien supérieur et par les nombreux débris de Crinoïdes, de Foraminifères, de Brachiopodes et de Mollusques tertiaires.

Tous ces dépôts remontent au début du Pléistocène moyen, leur formation étant intimement liée à la composition du sous-sol du début du Quaternaire et à l'abaissement du niveau de base mis en lumière par les recherches de M. A. Bigot [1] sur les terrasses de la vallée de l'Orne.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'humus sur la sensibilité de l'*Azotobacter Chroococcum *vis-à-vis du bore*. Note de M. **J. Voicu**, présentée par M. Roux.

L'action favorisante de l'humus sur quelques microbes du sol est un fait bien connu.

On peut se demander à ce sujet si l'humus ne modifie pas la sensibilité des microbes qu'il stimule, envers des substances qui leur sont favorables, nuisibles, voire même indifférentes.

J'ai étudié à ce point de vue l'action de l'humus sur la sensibilité de l'*Azotobacter Chroococcum* vis-à-vis du bore.

Cette recherche m'a été suggérée par l'emploi qu'on a fait en Amérique, dans certaines expériences agricoles [2], de fumier de cheval, traité par le borax ou par la colemanite (borate de calcium) calcinée, afin de le préserver des larves de mouches.

J'ai isolé le microbe de la terre du jardin de l'Institut Pasteur, et je l'ai cultivé sur un milieu gélosé (1,8 pour 100), à l'extrait de terre [3], additionné de PO^4K^2H (0,05 pour 100) et de mannite (2 pour 100).

L'humus a été retiré de vieux fumier, d'après les indications de F. Löhnis (*Centralbl. f. Bakt.*, t. 40, 1914, p. 52).

---

(1) A. Bigot, *Notes pour servir à l'histoire physique de la vallée de l'Orne : I. Les anciennes terrasses de Feugerolles* (*Bull. Soc. Amis des Sc. Nat.*, Rouen, 16 pages, 2 planches, 1903). — II. *Tracés anciens et actuels de l'Orne* (*C. R. Congrès Sociétés savantes*, 1911).

(2) F.-C. Cook, *Journ. of Agric. Research*, t. 5, 1916, p. 877. — F. Cook et J.-B. Wilson, *Ibid.*, t. 10, 1917, p. 591, et t. 13, 1918, p. 451.

(3) F. Löhnis, *Centralbl. f. Bakt.*, t. 19, 2e Partie, 1907, p. 88.

Il a été purifié par reprécipitation et lavage à l'eau distillée froide, séché d'abord à l'air, en couche mince, à 34°-37°, puis dans le vide, sur l'acide sulfurique. Ainsi préparé, il contenait 3,22 pour 100 d'azote et 0,0002 pour 100 de bore [1].

Pour préparer le milieu de culture, j'ai dissous dans l'eau redistillée : 0g,5 de PO^4K^2H, 0g,1 de SO^4Ca, 0g,2 de NaCl, 0g,2 de SO^4Mg cristallisé. J'y ai ajouté 1^{cm^3} des solutions suivantes (à 1 pour 100 en substance anhydre) : $FeCl^3$, SO^4Mn, SiO^2 (à l'état de silicate de soude) et $0^{cm^3},5$ de sulfate d'aluminium (1 pour 100 en Al^2O^3). Enfin 20g de saccharose et 50^{mg} de peptone Chapoteaut; le tout complété à 1 litre.

Ce milieu a été réparti par portions de 50^{cm^3} dans des fioles coniques, de 250^{cm^3} en verre « France », en y ajoutant 0g,25 de carbonate de calcium précipité. La stérilisation a duré 15 minutes à 110°.

On a ensemencé avec 1^{cm^3} d'une suspension de microbes rendue bien homogène. Les cultures ont été maintenues à 27° dans une chambre thermostat et secouées tous les deux à trois jours.

Le bore a été ajouté sous la forme d'acide borique, en solution stérilisée. Les concentrations sont données en métalloïdes. Il faut les multiplier par 5,63 pour avoir les teneurs correspondantes en acide borique.

L'humus a d'abord été dissous par trituration dans un mortier avec un peu de soude (5^{cm^3} de soude normale pour 2g,5 d'humus) et dilué ensuite avec de l'eau redistillée. J'en ai ajouté 4^{mg} et 100^{mg} pour 100^{cm^3} de milieu.

Dans le milieu sans bore, la première dose d'humus, quoique petite, a porté le taux de l'azote, fixé en 10 jours, de $0^{mg},75$ pour 50^{cm^3} de milieu simple à $3^{mg},35$ sans changer le rendement pour 1g de sucre consommé. Ce chiffre n'a pas été atteint pour le milieu simple sans bore et sans humus, même après 1 mois; il y avait seulement 2^{mg} d'azote fixé pour 50^{cm^3} de milieu avec un rendement de 5^{mg} d'azote pour 1g de sucre.

Les résultats des expériences sont représentés dans le Tableau ci-dessous :

Bore	Azote fixé (mg pour 50^{cm^3}).			Sucre consommé (mg pour 50^{cm^3}).			Azote fixé (mg p. 1g de sucre cons.).		
(mg p. 100^{cm^3}).	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
0.......	0,75	3,35	6,10	176	789	703	4,26	4,24	8,68
0,1.....	0,70	3,20	6,45	195	774	735	3,59	4,13	8,78
1.......	0,75	3,20	6,45	202	715	776	3,71	4,48	8,31
2,5.....	″	2,65	5,45	″	667	685	″	3,97	7,96
5.......	0,60	1,65	2,45	135	406	341	4,44	4,06	7,18
10.......	0,60	0,80	0,90	124	145	163	4,84	5,51	5,52

[1] Sur le dosage de très petites quantités de bore, voir Gabriel Bertrand et Agulhon, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 15, 1914, p. 292.

La colonne I se rapporte à une expérience exécutée sur le milieu sans humus. La colonne II à une expérience faite en même temps, avec la même suspension microbienne, sur le milieu à 4^{mg} pour 100 d'humus. Les cultures avaient duré 10 jours (23 février-5 mars 1922). La colonne III se rapporte à une expérience exécutée avec 100^{mg} pour 100 d'humus et qui a duré aussi 10 jours (9 février-19 février 1922).

On voit que sur le milieu sans humus, où l'assimilation de l'azote est minime, l'effet du bore est insignifiant.

Au contraire, sur le milieu qui contient de l'humus, même en très petite quantité et où, par ce fait, la fixation de l'azote se trouve augmentée, l'action toxique du bore se manifeste bientôt et s'accentue ensuite très nettement.

Ainsi il suffit de 4^{mg} d'humus pour que l'on constate, avec la dose de 5^{mg} de bore, une diminution de 50 pour 100 d'azote fixé, vis-à-vis du témoin ($1^{mg},65$ au lieu de $3^{mg},35$) et avec 10^{mg} de bore, de 76 pour 100 ($0^{mg},8$ au lieu de $3^{mg},35$).

Si la dose d'humus atteint 100^{mg}, on obtient une diminution de 60 pour 100, lorsqu'il y a 5^{mg} de bore et de 85 pour 100 ($0^{mg},9$ au lieu de $6^{mg},1$) lorsqu'il y a 10^{mg} de métalloïde.

CRYPTOGAMIE. — *Un nouveau Pyrénomycète marin.*

Note de MM. **René Maire** et **E. Chemin**, présentée par M. L. Mangin.

Dans une Note antérieure [1], l'un de nous a signalé l'action destructrice d'un champignon sur une Floridée marine : *Dilsea edulis* Stackh. Bien que son hôte existe toute l'année, ce champignou n'apparaît qu'en juillet pour disparaître en octobre. Il se développe radialement à partir du point de pénétration et son développement se poursuit d'une façon très régulière dans toutes les directions ; à chaque moment il dessine un cercle à peu près parfait. Sa vitalité diminue au fur et à mesure de l'élargissement; lorsque le diamètre atteint 2^{cm} environ, le développement s'arrête, et, bientôt, il ne reste plus qu'une large perforation bordée d'une légère frange verdâtre. Souvent les individus sont si nombreux sur une même fronde que, dans leur accroissement, ils viennent en contact et déterminent une série de

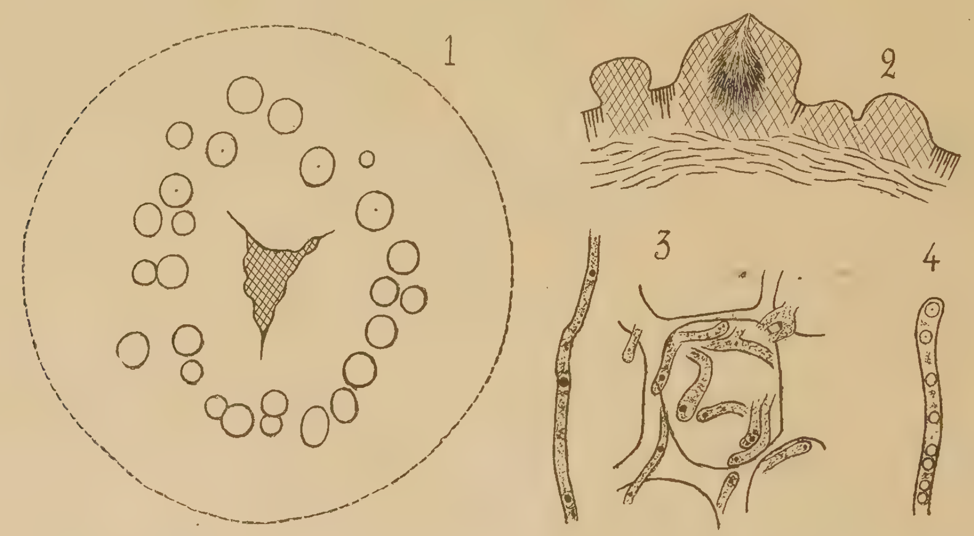
---

[1] E. Chemin, *Action d'un champignon parasite sur* Dilsea edulis *Stackh* (*Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 614).

cercles qui s'entrecoupent. Ce n'est que très rarement qu'un petit secteur de l'un de ces cercles reste indemne.

Les filaments mycéliens, rectilignes ou pelotonnés (*fig.* 3), s'insinuent entre les cellules de l'hôte ou se développent à leur intérieur; leur diamètre varie de 2^{μ} à 3^{μ}; ils renferment un protoplasme granuleux avec noyaux volumineux disséminés de place en place.

A la limite de la zone interne complètement décolorée et de la zone moyenne devenue verdâtre par disparition de la phycoérythrine, les filaments mycéliens sont plus denses et enchevêtrés. C'est dans cette région que prennent naissance des pustules en saillie sur la surface (*fig.* 1); habituellement elles apparaissent sur l'une et l'autre face; quelquefois, très abondantes d'un côté, elles font défaut de l'autre; elles sont hémisphériques, blanchâtres, et à maturité elles présentent un pore à leur sommet.



Mycaureola Dilseæ sur Dilsea edulis. — 1. Vue de face montrant la déchirure centrale, la répartition des périthèces et le cercle limitant la zone verte de la zone externe rougeâtre, × 10. — 2. Coupe d'une série de périthèces et de leur support, l'un est vu en section médiane, × 60. — 3. Filaments mycéliens, l'un isolé, les autres pelotonnés dans une cellule-hôte, × 560. — 4. Asque avec spores en formation, × 560.

En coupe, l'une de ces pustules montre un parenchyme limitant une cavité centrale en communication avec l'extérieur par un col court et étroit aboutissant au pore (*fig.* 2). L'intérieur est garni de filaments rayonnants, dont les uns sont minces et allongés d'un diamètre de 1^{μ} à $1^{\mu},5$, et les autres, d'abord renflés, deviennent sensiblement cylindriques avec un diamètre de 3^{μ}. Dans ces derniers s'organisent des globules de 2^{μ} à $2^{\mu},5$ de diamètre,

hyalins, avec membrane mince; ils sont échelonnés irrégulièrement; leur nombre, habituellement de huit, ne paraît pas constant (*fig.* 4). Ces globules retiennent fortement l'hématoxyline ferrique et représentent des spores en voie de développement. Leur maturation doit être lente, car ce n'est que sur des exemplaires pourrissants que nous avons pu voir des spores libres, rondes, de 3^{μ} de diamètre avec membrane relativement épaisse sans ornementation; l'état de désorganisation n'a pas permis d'observer la sortie des spores, elle se fait vraisemblablement par destruction de la membrane de la cellule formatrice. C'est là un Pyrénomycète avec périthèces, asques et spores.

Jusqu'à ces dernières années, les Pyrénomycètes marins n'avaient été observés et étudiés qu'accidentellement. En 1907, Cotton [1] en donnait une liste ne comprenant que neuf espèces. Depuis May Estee [2] et surtout Geo. K. Sutherland [3] en ont décrit et figuré plus d'une quinzaine d'espèces nouvelles. Pour quelques-unes d'entre elles, Sutherland a dû créer des genres nouveaux. Nous nous trouvons dans la même obligation avec la forme que nous venons de signaler. Elle pourrait être rapprochée du genre *Hyponectria*, mais la présence de paraphyses l'en éloigne. Pour la désigner nous proposons le nom générique de *Mycaureola*, qui rappelle les séries concentriques diversement colorées, avec comme nom spécifique celui de l'hôte.

La diagnose serait la suivante :

MYCAUREOLA DILSEÆ *nov. gen.*, *nov. sp.; périthèces isolés, saillants, hémisphériques, blanchâtres de* 500^{μ} *en moyenne de diamètre; asques cylindriques de* 3^{μ} *de diamètre entremêlées de paraphyses; ascospores unicellulaires, sphériques de* 3^{μ} *de diamètre, hyalines, membrane incolore sans appendices.*

Hab. : parasite sur les frondes de *Dilsea edulis* Stackh.

---

(1) COTTON, *Notes on Marine Pyrenomycetes* (*Trans. Brit. Myc. Soc.*, 1907).

(2) MAY ESTEE, *Fungus Galls on Cystoseira and Halidrys* (*Univ. of California publ. Bot.*, vol. 4, 1913).

(3) GEO. K. SUTHERLAND, *New marine Fungi on Pelvetia* et *Additional notes on marine Pyrenomycetes* (*The new Phytologist*, vol. 14, 1915); *New marine Pyrenomycetes* et *Additional notes on marine Pyrenomycetes* (*Trans. Brit. Myc. Soc.*, t. 5, 1915).

MORPHOLOGIE. — *Structure et développement de la pseudobranchie des Téléostéens.* Note de M. F. GRANEL, transmise par M. Henneguy.

La pseudobranchie des Téléostéens se présente sous deux aspects : 1° de feuillets semblables à ceux qui composent les hémibranchies des mêmes animaux, appliqués contre le fond de la cavité branchiale entre l'opercule et le pharynx, et plus ou moins saillants (pseudobranchies libres); 2° de petits corps rougeâtres, cachés sous la muqueuse de la même région et qui rappellent les feuillets libres, mais plus courts, contractés et ramassés sur eux-mêmes (pseudobranchies couvertes). Ces apparences dissemblables ne répondent pas à une différence profonde de structure; celle-ci reste la même dans les deux cas et il n'y a point entre eux l'opposition que l'on a cru.

Chaque feuillet de la pseudobranchie comprend comme ceux des branchies une lame de soutien portant les vaisseaux afférent et efférent de l'organe et des lamelles implantées sur la lame comme les barbes d'une plume. Dans les branchies, la lame en forme de long triangle isoscèle est attachée à l'arc cartilagineux par sa base. Dans la pseudobranchie, elle est fixée contre la paroi qui la supporte par la plus grande partie de l'un de ses bords. Lamelles branchiales et pseudobranchiales ont un élément commun de structure, leur lamelle vasculaire, dont la constitution, dans la branchie, a été bien décrite par Biétrix (1895). Chaque lamelle vasculaire a la forme de la lamelle à laquelle elle appartient et dont elle constitue l'âme. Elle comprend deux parois planes, très minces, endothéliformes, répondant aux faces de la lamelle et reliées entre elles à des intervalles réguliers par des colonnes perpendiculaires à la surface, les cellules en pilastres, autour desquelles circule le sang. Cellules en pilastres et parois de la lamelle vasculaire appartiennent à une même formation et dérivent d'une seule et même ébauche. Dans les branchies chaque lamelle vasculaire est revêtue par l'épithélium ectodermique, et la lamelle foliée résultant de leur union est libre et saillante. Dans la pseudobranchie, la lamelle vasculaire n'est jamais entourée directement par l'épithélium branchial, mais par un épithélium particulier dont on verra bientôt l'origine, et les lamelles sont le plus souvent recouvertes par une lame continue de l'épithélium branchial sous lequel elles sont cachées.

J'ai suivi le développement de la pseudobranchie dans une série d'alevins de Carpe à miroir, mesurant depuis 3^{mm} jusqu'à 27^{mm}. La pseudobranchie

apparaît chez l'alevin de 6^{mm} sous la forme d'une petite saillie papillaire, située immédiatement contre le cartilage de l'arc hyoïdien. Il y a d'abord une seule de ces saillies; plus tard, il s'en forme d'autres en dehors et surtout en dedans de la première. Chaque saillie correspond à la coupe d'un feuillet. Dès le stade qui suit sa première apparition, chaque feuillet présente sur les coupes frontales de l'embryon la forme d'une masse quadrangulaire attachée à la paroi de la cavité branchiale par un pédicule plus ou moins étroit, et dont la structure est la même chez les différents embryons de Carpe, de Vairon, de Truite, bien que la pseudobranchie des adultes soit différente. Cette ébauche comprend : 1° un axe vertical répondant à la lame de soutien ; 2° deux masses latérales formées par un mésenchyme compact, syncytial, recouvert par l'épithélium de la cavité branchiale. Dans le syncytium, les noyaux sont d'abord disposés sans ordre et très serrés. Bientôt, on y voit apparaître des lamelles constituées par des rangées de noyaux disposés les uns au-dessus des autres en pile de monnaies, et qui s'écartent de la lame comme le feront plus tard les lamelles. Ces formations sont tout d'abord continues avec le reste du syncytium dont elles ne se distinguent que par la disposition palissadique de leurs noyaux ; puis, dans chaque lamelle, le protoplasme devient de plus en plus abondant, légèrement acidophile, et se colore en rose par l'éosine, de manière à trancher nettement sur le reste du tissu. Bientôt la lamelle, jusqu'ici compacte, se différencie en une couche protoplasmique limite pour chacune de ses faces, en pilastres et en globules rouges séparés des pilastres par des fentes très étroites.

Le grand axe des globules rouges est parallèle à celui des pilastres. Les lamelles ainsi formées ont, chez un alevin de 9^{mm}, une épaisseur totale de 16$^{\mu}$ dans laquelle la hauteur des pilastres entre pour 10$^{\mu}$ et les parois pour 3$^{\mu}$ chacune. Ces dimensions, beaucoup plus grandes que celles des lamelles branchiales du même embryon qui ne mesurent pas plus de 5$^{\mu}$ à 6$^{\mu}$, permettent de suivre aisément le développement de la lamelle vasculaire. La pointe de quelques-uues des lamelles ainsi formées fait une légère saillie à la surface, soulevant au-devant d'elle l'épithélium et s'en recouvrant. Mais les lamelles saillantes sont très peu nombreuses et ne sont libres que sur une faible partie de leur étendue, leur majeure partie restant enfouie dans la masse mésenchymateuse du bourgeon pseudobranchial, et toutes les autres lamelles de la même lame restent cachées sous l'épithélium qui recouvre l'ensemble du bourgeon. Leur évolution ultérieure fera comprendre comment on a pu les confondre avec les lamelles branchiales. La

couche protoplasmique acidophile qui limite les lamelles vasculaires va en s'épaississant graduellement. Elle mesure 3^{μ} dans l'alevin de 9^{mm}. Chez un alevin de 25^{mm}, le syncytium qu'elle forme, épais de 8^{μ} à 9^{μ}, commence à se découper en cellules distinctes formant un épithélium cubique à la surface de la lamelle vasculaire qui s'en sépare en même temps et devient indépendante.

Les lamelles pseudobranchiales adultes sont donc constituées : 1° par une lamelle vasculaire à pilastres; 2° par un épithélium formé d'une seule couche de cellules acidophiles dont l'épaisseur varie, peut-être suivant les états fonctionnels, de 16^{μ} à 30^{μ}. Cette couche est absolument propre aux pseudobranchies dans lesquelles on la trouve toujours, mais elle n'existe pas et n'a pas d'équivalent dans la branchie. Elle diffère d'ailleurs beaucoup par son épaisseur et par sa coloration de la couche ectodermique des lamelles branchiales, mais ces différences paraissent avoir échappé aux auteurs qui ont toujours comparé les deux sortes de lamelles.

PHYSIOLOGIE. — *Variation de la pression osmotique du sang de l'Anguille en fonction des modifications de salinité du milieu extérieur.* Note [1] de MM. **Paul Portier** et **Marcel Duval**, présentée par M. L. Joubin.

Un travail antérieur [2] nous a appris comment variait la pression osmotique d'un poisson d'eau douce (Carpe) lorsqu'on modifiait la salinité du milieu ambiant.

Il nous a paru important de faire de nouveau cette étude sur un poisson adapté aux changements brusques de salinité (Anguille).

Des Anguilles pêchées en rivière, conservées quelque temps en vivier, sont, au moment de l'expérience, transportées dans un aquarium rectangulaire de verre contenant 10^{l} d'eau douce additionnée de quantités de chlorure de sodium variant de 0^{g} à 44^{g} par litre. Après un séjour de six heures dans cette eau salée, les poissons sont immobilisés par un appareil à contention spécial. Une canule est introduite dans l'artère branchiale; le sang qui s'écoule par cette canule est aussitôt défibriné, puis centrifugé [3].

---

(1) Séance du 31 juillet 1922.

(2) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1366.

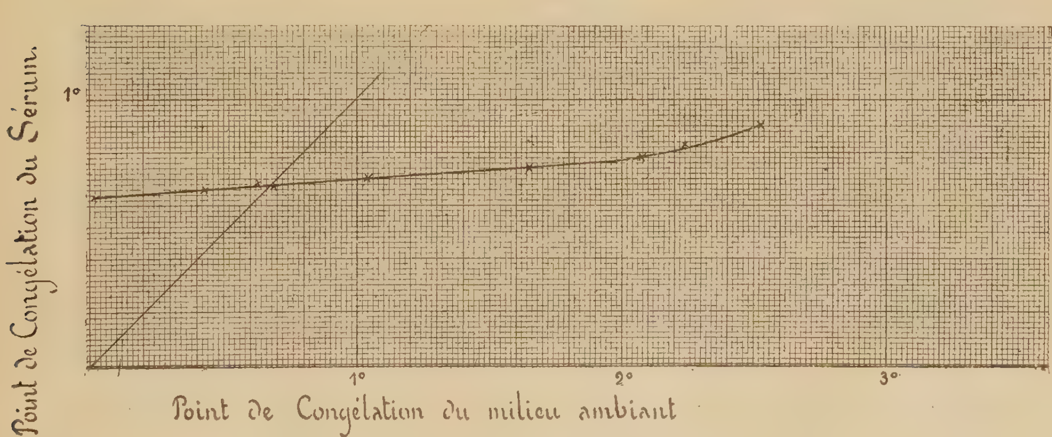
(3) Les Anguilles, dont le poids variait de 300^{g} à 700^{g}, fournissaient de 4^{cm^3} à 8^{cm^3} de sang.

Le sérum, dépourvu de globules, est cryoscopé avec l'appareil qui nous a servi dans les recherches précédentes.

Les principaux résultats de ces expériences sont résumés dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Temps de séjour dans la solution : 6 heures.

Teneur en sels par litre du milieu extérieur.	Point de congélation du milieu extérieur.	Point de congélation du sérum.	État du poisson à la sortie de la solution.
Sels normaux de l'eau douce...	—0°,02	—0°,63	très bon
7^{g}........................	—0,43	—0,66	id.
10,5........................	—0,63	—0,68	id.
11........................	**—0,68**	**—0,67**	id.
18........................	—1,04	—0,70	id.
28........................	—1,65	—0,74	id.
36........................	—2,08	—0,78	id.
39........................	—2,22	—0,83	id.
43........................	—2,53	—0,90	mauvais



L'examen de ces données expérimentales montre que :

1° La pression osmotique du sérum de l'Anguille vivant dans l'eau douce normale est sensiblement plus élevée que celle de la Carpe, Téléostéen non adapté au changement de salinité.

2° L'allure générale de la courbe représentative de la variation de pression osmotique diffère beaucoup de celle que nous avons obtenue avec la Carpe.

Dans la zone qui s'étend de l'eau douce à l'eau de mer (— 2°,10), la

courbe est sensiblement une droite très peu inclinée sur l'axe des abscisses. Ceci montre qu'à une grande variation de pression osmotique du milieu extérieur, correspond seulement une très faible variation de la pression osmotique du milieu intérieur, beaucoup plus faible que celle observée chez la Carpe.

C'est là, sans doute, un des caractères importants de l'adaptation aux changements de salinité.

3° Comme nous l'avons fait pour la Carpe, le point d'équilibre entre le milieu extérieur et le milieu intérieur qui correspond à $-0°,68$ a été déterminé théoriquement au moyen de la courbe, puis vérifié expérimentalement. C'est le résultat expérimental que nous donnons.

4° Dès qu'on dépasse la pression osmotique de l'eau de mer, la courbe se relève, et rapidement apparaissent des troubles graves qui conduisent l'animal à la mort.

Ainsi, dans l'eau de $\Delta = -2°,70$ (46 pour 1000 de $NaCl$), le poisson meurt en moins de 3 heures avec un Δ du sérum $= -1°,50$. (Il n'a pas été tenu compte de ce résultat dans le tableau en raison des échanges qui ont ont pu se produire après la mort.)

5° Dans le cas où la pression osmotique trop élevée du milieu extérieur exerce une influence néfaste sur le poisson, nous avons constaté une altération des globules rouges qui prennent une apparence fusiforme, triangulaire, etc.

6° On sait, notamment par les recherches de Cosmovici [1], que la tension superficielle du sérum d'anguille présente une valeur très faible. Nous avons de nouveau vérifié ce fait. Le nombre de gouttes était d'environ 120 pour 5^{cm^3} et ne paraissait pas varier avec la salinité du milieu extérieur.

BACTÉRIOLOGIE. — *Action du tribromoxylénol sur les bacilles tuberculeux.* Note de M[lle] T. **Duboc**, présentée par M. Roux.

Parmi les substances chimiques halogénées que l'on a fait agir sur le bacille tuberculeux figurent peu de composés bromés. Seule, à notre connaissance, l'eau bromée [2] a été expérimentée. Il nous a donc semblé

---

(1) Cosmovici, *Thèse de la Faculté des Sciences*, n° 1569, série A, n° 782 (Paris, A. Schulz, éditeur, année 1915).

(2) Parrot et Hypp. Martin.

intéressant d'étudier l'action d'un composé cyclique bromé : le tribromoxylénol sur les différents bacilles tuberculeux.

Nos expériences ont porté sur des bacilles bovins (Vallée) stérilisés à 100°, desséchés à 38° et conservés depuis six mois; des bacilles bovins (Behring), des bacilles humains (Cl), des bacilles aviaires (poule), âgés de 3 semaines en culture sur bouillon glycériné.

Les bacilles desséchés sont triturés dans un mortier stérilisé avec de l'eau distillée stérilisée. Après 20 minutes de contact, l'émulsion est décantée. Deux anses de platine du dépôt sont prélevées et émulsionnées dans 5^{cm^3} de tribromoxylénol (tube d'expérience). Deux autres anses de platine du dépôt sont émulsionnées dans 5^{cm^3} d'eau distillée stérilisée (tube témoin).

Pour les bacilles frais, deux anses de platine de bacilles sont prélevées à la surface du voile microbien et mises en émulsion dans 5^{cm^3} de tribromoxylénol (tube d'expérience). Deux anses de platine de bacilles sont de même mises en émulsion dans 5^{cm^3} d'eau distillée stérilisée (tube témoin).

Au contact du tribromoxylénol, une partie des bacilles se dissout presque immédiatement.

Les bacilles montent à la surface du liquide, où ils forment une couche jaunâtre à la fois mousseuse et visqueuse, diminuant peu à peu de hauteur, tandis que le liquide s'éclaircit.

Avec le bacille bovin desséché, au bout de 145 jours, il reste encore à la surface du liquide quelques rares amas bacillaires.

Avec le bacille bovin humide de 3 semaines, au bout de 19 jours, il ne reste plus microscopiquement aucun bacille dans le liquide qui est redevenu parfaitement clair et limpide.

Avec le bacille humain humide de 3 semaines, la dissolution est complète en 13 jours.

Avec le bacille aviaire, la couche mousseuse fait place, au bout de 5 jours, à un voile visqueux blanchâtre, homogène, qui diminue peu à peu, mais au bout de 32 jours, il en reste encore quelques fragments.

Des prélèvements dans le tube d'expérience et le tube témoin sont faits au bout de temps variables.

Les bacilles provenant des tubes d'expérience sont étalés sur lames soit directement, soit après lavage à l'eau ou à l'alcool à 70°. (Dans ces trois cas, les résultats observés ont été les mêmes.) Les lames sont fixées à l'alcool-éther qui dissout le tribromoxylénol.

Microscopiquement, après coloration par la méthode de Ziehl-Neelsen et décoloration par le chlorhydrate d'aniline à 2 pour 100, on assiste,

comme dans les expériences de M. Salimbeni [1], à la disparition progressive de l'acido-résistance des bacilles.

Elle est complète au bout de 60 minutes avec les bacilles bovins secs, 30 minutes avec les bacilles bovins humides de 3 semaines, 60 minutes avec les bacilles humains humides de 3 semaines, 90 minutes avec les bacilles aviaires humides de 3 semaines.

Plus de formes bacillaires nettes au bout de 13 jours avec les bacilles bovins humides de 3 semaines, 6 jours avec les bacilles humains humides de 3 semaines.

Elles sont encore visibles, quoique très altérées, au bout de 32 jours avec les bacilles aviaires humides, 145 jours avec les bacilles bovins secs.

Après coloration par la méthode de Fontès, les bacilles traités par le tribromoxylénol montrent des granulations flous, peu nettes. Puis ces granulations gonflent, grossissent et disparaissent.

La méthode de Much donne des résultats analogues.

Disparition de l'acido-résistance, des formes bacillaires, puis dissolution complète : telle est l'action du tribromoxylénol sur les bacilles tuberculeux. Son action est moins rapide sur les bacilles aviaires que sur les bacilles humains et bovins du même âge.

La toxicité du tribromoxylénol fait actuellement l'objet de nos recherches.

HYGIÈNE. — *Influence de l'humidité et de l'état vésiculaire sur la diffusion des gouttelettes microbiennes dans l'air.* Note [2] de M. **A. Trillat**, présentée par M. Roux.

Les expériences de Flügge et de ses élèves leur ont permis de conclure que les gouttelettes microbiennes provenant de l'acte de parler ou d'une pulvérisation étaient capables d'ensemencer des terrains de culture à une distance peu éloignée du point d'émission. Les résultats sont tout autres si l'on fait intervenir dans ces essais, l'humidité, sa forme vésiculaire et la composition chimique de l'air. Dans ces conditions, les gouttelettes émises peuvent être transportées à une grande distance et se répandre rapidement

---

(1) Salimbeni, *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 368.

(2) Séance du 24 juillet 1922.

dans toutes les directions de l'espace, ensemençant les terrains de culture et les animaux placés dans les coins les plus reculés comme s'il s'agissait d'un contage volatil.

Les essais, dont le détail sera donné ailleurs, ont été faits tantôt dans de vastes locaux fermés dont le volume variait de 600^{m^3} à 4000^{m^3}, tantôt à l'air libre. Dans le premier cas, les milieux de culture et les animaux étaient disséminés dans tous les sens, à des hauteurs différentes et dans des endroits d'un accès difficile. Les boîtes de Petri pouvaient être ouvertes et fermées du dehors au moyen d'un dispositif spécial.

Le nuage microbien était obtenu par la pulvérisation d'une culture en bouillon de 24 heures (microbes choisis : proteus, prodigiosus, pneumocoque, paratyphique). La quantité pulvérisée a varié suivant les cas de $0^{cm^3},020$ à 50^{cm^3}, soit une dilution qui atteignait parfois un cent-milliardième en rapportant le volume de l'émulsion au volume de l'air du local.

L'humidification de l'air était obtenue par l'évaporation d'une quantité déterminée d'eau; on en faisait varier la composition en y introduisant des traces infinitésimales de gaz aliments (produits gazeux de la respiration, pulvérisation de quelques centimètres cubes de bouillon, etc.). Enfin les essais ont été faits tantôt en présence de brouillards naturels, tantôt en présence de brouillards artificiels.

Voici le résumé très succinct des observations faites sur un grand nombre d'essais :

I. Le transport au loin des microbes dans l'air dépend tout d'abord de la ténuité des gouttelettes microbiennes. D'après mes évaluations, 98 à 99,5 pour 100 de gouttelettes provenant d'un pulvérisateur ordinaire ont une dimension supérieure à 2^{μ} ou 3^{μ} : elles tombent dans un voisinage de quelques mètres du point d'émission. Ce sont surtout ces gouttelettes constitués par des poids lourds qui ont été étudiées par Flügge et ses élèves. Le restant est formé par des gouttelettes extrêmement légères qui échappent à la pesanteur par suite de leur petitesse, se répandent dans toutes les directions, se comportant comme si elles obéissaient aux lois de la diffusion.

II. L'état vésiculaire de l'humidité exerce une grande influence sur la durée de suspension des gouttelettes microbiennes dans l'air : leur diffusion augmente à mesure que le taux d'humidité relative se rapproche de l'humidité absolue; elle atteint son maximum dans le cas de sursaturation.

III. Les gouttelettes microbiennes en suspension dans l'air sont rapidement entraînées sur le sol à la suite de toutes les circonstances qui ont pour effet de les rendre plus lourdes (dépression barométrique et refroidissement très brusques). Une pulvérisation abondante d'eau stérile dans un grand espace renfermant de nombreuses gouttelettes microbiennes a pour effet de les entraîner rapidement, et par conséquent d'en débarrasser l'air.

IV. La présence dans l'air de substances susceptibles de jouer le rôle d'aliment vis-à-vis des microbes a facilité leur diffusion. J'avais déjà montré par mes expériences en petit l'action conservatrice de certaines émanations sur les microbes en suspension dans l'air.

V. La diffusion des microbes dans un local de 2000^{m^3}, à une température uniforme de 12° et à 70° hygrométrique, a pu être évaluée à une vitesse de 10^{m} par minute. Cette diffusion s'exerce dans tous les sens, avec une rapidité aussi grande que celle des vapeurs de formol ou que celle des parfums usuels, prises comme termes de comparaison.

VI. On observe une translation plus grande et plus rapide des germes dans la direction de la paroi la plus froide. Le contraire se produit pour les parties chaudes (cas de boxes installés dans le local d'expériences et dont l'air était légèrement chauffé par une plaque métallique placée sur le sol). C'est la conséquence de la convection et du mouvement tourbillonnaire de l'air.

VII. L'aspect et la disposition des colonies sur le terrain de culture sont très différents selon la constitution de l'air. Dans un air relativement sec, les colonies ont un aspect homogène et sont espacées régulièrement. Au contraire, quand on opère dans les conditions favorisantes indiquées ci-dessus, on observe souvent sur les plaques, à côté de colonies, des taches irrégulières formées par des rassemblements microbiens. L'examen microscopique de ces taches, qui n'apparaissent en général que plusieurs heures après les colonies normales, indique qu'elles sont formées d'une quantité infinie de petites colonies : les photographies de ces plaques avec leurs nébulosités offrent une grande analogie avec les photographies stellaires. On peut trouver de pareils rassemblements à plus de 150^{m} du point d'émission du nuage. J'ai déjà eu l'occasion de signaler ces rassemblements microbiens, qui ne se produisent que dans des circonstances bien déterminées.

Diverses causes peuvent être invoquées pour expliquer ces rassemblements : fractionnement des gouttelettes microbiennes; ensemencement des gouttelettes d'eau normalement contenues dans l'atmosphère ; état électrique de l'air, etc. [1].

VIII. Les résultats des expériences en grand sur les animaux ont également confirmé les essais sous cloches. Les souris exposées dans divers points

---

[1] *Action de la radioactivité de l'air sur les gouttelettes microbiennes* (*Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 817).

d'un local de 600^{m^3} ont fourni une mortalité qui, pour la même quantité d'émulsion de paratyphique (5^{cm^3}) mise sous forme de nuage, a varié de 0 à 20 pour 100 pour un air de moins de 45° hygrométrique et de 20 à 95 pour 100 pour un air saturé ou sursaturé d'humidité.

En résumé, toutes ces expériences montrent que dans certaines conditions atmosphériques, les gouttelettes microbiennes produites par une intervention mécanique (pulvérisation, toux, parole, etc.) peuvent être transportées à une distance bien plus grande que celle qui leur avait été assignée par certains auteurs auxquels le rôle de l'humidité et celui de son état vésiculaire avait échappé. Elles expliquent une fois de plus l'influence des facteurs météorologiques dans l'épidémiologie et le parti que l'on pourrait tirer de leur interprétation dans le domaine de l'hygiène.

La séance est levée à 16 heures.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 24 juillet 1922.)

Note de M. *Farid Boulad Bey*, Sur la recherche géométrique des efforts intérieurs et des déplacements autour d'un point dans un corps élastique :

Page 208, ligne 13, *au lieu de*

$$z = m\frac{2}{\cos\alpha} + n\frac{2}{\cos\gamma} + p,$$

lire

$$z = m\,\overline{\cos\alpha} + n\,\overline{\cos\gamma}^{2} + p.$$

Note de M. *Octave Mengel*, Sur la chute des poussières dites « pluies de sang »; remarque relative à la neige colorée du 12 mars 1922 en Briançonnais :

Page 226, ligne 15, *au lieu de* Cahors en provenance de Château-Landon, *lire* Pel-et-Der en provenance de Château-Landon; ligne 23, *au lieu de* premières, *lire* poussières.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUILLET 1922.

Éducation et enseignement. Notes et discours, par PAUL APPELL. Paris, Félix Alcan, 1922; 1 vol. 19cm.

Donations et fondations d'anciennes familles champenoises et bourguignonnes (1175-1906) *par un de leurs descendants*, par REGNAULT DE BEAUCARON. Paris, Plon-Nourrit, 1907; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. G. Lemoine.)

Souvenirs intimes du XVIIe *siècle à nos jours*, par REGNAULT DE BEAUCARON. Paris, Plon-Nourrit, 1916; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. G. Lemoine.)

Trois jours en Blésois et en Orléanais. Souvenirs de famille, par REGNAULT DE BEAUCARON. Blois, R. Duguet, 1922; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. G. Lemoine.)

Ministère de l'Instruction publique. *Mission du Service géographique de l'Armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud* (1899-1906). Tome 6 : *Ethnographie ancienne de l'équateur*. 2e fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1922; 1 vol. 28cm.

The free-living unarmored dinoflagellata, by CHARLES ATWOOD KOFOID and OLIVE SWEZY. *Memoirs of the University of California*. Volume 5. Berkeley, University of California press, 1921; 1 vol. 34cm.

Cours d'Électricité générale de l'École navale : Tome I : *Courants continus*. Première Partie : *Électrocinétique, Électromagnétisme, appareils de mesure, aimantation induite*. — Tome II : *Courants continus*. Deuxième Partie : *Circuits magnétiques, induction, dynamos et moteurs à courant continu*, par L. HAUDIÉ. Paris, Augustin Challamel, 1921 et 1922; 2 vol. 25cm. (Présenté par M. D. Berthelot.)

Liste des algues marines de Nice, par A. CAMOUS. Nice, Imprimerie de l'*Éclaireur de Nice*, mars 1921; 1 fasc. 24cm. (Présenté par M. D. Berthelot.)

Catalogue des roches et des minéraux de la collection A. Camous, Nice. Nice, l'imprimerie, 1920; 1 fasc. 24cm. (Présenté par M. D. Berthelot.)

Das Geschlecht und die entwickelung der Geschlechtsmerkmale, par M. ZAWADOWSKY. Moscou, 1921; 1 vol. 25cm.

Discours et mélanges, par ÉMILE PICARD. Paris, Gauthier-Villars, 1922; 1 vol. 23cm.

Madagascar. Les bois de la forêt d'Analamazaotra, par HENRI LECOMTE. Paris, Challamel, 1922; 1 vol. 33cm.

(*A suivre.*)